

Cink-réz szkarnok – a Recsk-mélysínt rézdús szkarnérceinek kevésbé ismert szomszédai

LIDBERT ALARCÓN LAIME¹, BÍRÓ MÁTÉ², FÖLDESSY JÁNOS³,

¹Földtudományi mérnök MSc hallgató, Miskolci Egyetem, ²Geológus, PhD hallgató, ELTE Budapest,

³Miskolci Egyetem, a földtudomány kandidátusa, professzor emeritus, geológus.

A recski porfiros rézérc előfordulás szkarnos övében a rézdús szkarnércek melletti cink-réz szkarnércek földtani helyzetét, geokémiai viszonyait, ásványos összetételét vizsgáltuk annak érdekében, hogy a Cu és Zn dúsulások közötti határ jellegéről pontosabb képet alkothassunk.

A vizsgálatokat archív adatokon és a V-50 földalatti mélyfúrás válogatott archivált magmintáin végeztük. Az eredmények alapján a Zn-Cu szkarnok alkotta átmeneti zóna mintegy 100 m szélességű, és követi az intruzió határfelületét. A hozzá kapcsolódó kőzetek rendszerint a mészkő/márvány zónába tartoznak, és retro-szkarn elváltozást szenvedtek.

Bevezetés

A recski mélysínti érces együttes az ország legjelentősebb még érintetlen ásványi nyersanyag vagyona. Sorsa immár több generáción keresztül a bizonytalanság, a tagadhatatlan gazdasági jelentőségével szemben áll a feltáráshoz, bányalétesítéshez, ércelőkészítéshez, meddő elhelyezéshez kapcsolódó költség és a megvalósításig tartó hosszú idő. Évszázados kutatás története ellenére az ércesedések számos vonása még kevésbé ismert.

A jelen tanulmány fő eredményei két egyetemi műhely, a budapesti ELTE TTK és a miskolci Műszaki Földtudományi Kar egy-egy hallgatójának együttműködéséből születtek, mindkettőjük kutatási témája a recski mélysínti cink-érceinek jellemzése.

A hagyományosan porfiros rézérc telepként elkönyvelt recski érces együttes másik fő érc típusa a szkarnos rézérc, ritkábban említett és kevésbé megkutatott vagyonszám pedig az ólom-cinkércek alkotják. A mélysínti előfordulás felfedezése az Rm-5, Rm-6 és Rm-8 számú fúrásokban az ólom-cinkércek megismerésével kezdődött [1]. A figyelem a kutatás korai szakasza után a rézércekre terelődött, s a kutatások előrehaladtával az ólom - cinkércek ismeretessége fokozatosan elmaradt a rézércekétől.

Mivel a kétféle érc típusot külön kell kezelni egy jövőbeli érctermelés és az előkészítés során, így fontos a földtani helyzetüknek, a határuk jellegének mélyebb vizsgálata. A jelen cikkben vázolt eredmények közvetlen háttérét alkotó kutatás az egyik jelentős cink-érc változat, a szkarnos Cu-Zn érc megismerésére indult.

A vizsgált cinkérc típus korábbi ismeretei

A recski érces komplexum két fő ércesedési szintje közül a nagy mélységben elhelyezkedő változatok porfiros intruzív testekhez és környezetükhöz kapcsolódnak, a kis mélységben található érc típusok vulkáni és szubvulkáni képződményekben alakultak ki. A rézérc kialakulását, területi és mélységi elterjedését a kutatások során többen vizsgálták és értékelték [1, 2, 3]. A mélysínti ólom-cinkérceket kezdetben hidrotermális metasomatikus kifejlődésüként értelmezték [1]. Valójában a felszíni előfordulásoktól a legmélyebb környezetekig, a magmás benyomuláshoz közeli helyzettől a peremi, intruziótól távoli üledékes környezetekig többféle típusban, és feltételezhetően a vulkáni-intruzív működés különböző szakaszaiban keletkezett dúsulásokként fordulnak elő. Dúsulásuk mértéke úgy kémiai összetétel szerint, mint értékét tekintve is egyes típusokban meghaladja a rézércekét.

Az 1991. évi vagyonbecslés során [4] az északi terület részen kimutatott ércvagyonban a cink szkarnércek tömegének és értékének aránya az összvagyonban egyaránt mintegy 21%:

1. táblázat: A szkarnércek feltételezett ásványvagyona az 1991-ben készült becslés szerint [4].

	Érc tömeg	Minőség	Minőség	Ár	Ár	Érc fajlagos értéke
	millió tonna ércvagyon	% Cu	% Zn	USD/tonna réz fém	USD/tonna cink fém	USD/tonna érc
Rezes (- Zn) szkarnérc	42,8	2,34	NA	5033		118
Cink (-Cu) szkarn érc	11,5	0,3	5,53	5033	1897	138

Fém áraknak a 2020 május 28-án kialakult azonnal törzsdei fémárat választottuk (www.kitco.com). NA= nincs adat.

Recski érces együttes földtani környezete

A terület a Kárpát-medence paleogén vulkáni képződményeihez sorolható, rétegvulkáni sorozatokból, szubvulkáni szintű kisebb magmás testekből és több intrúzióból épül fel. Központi eleme egy mélységben megrekedt diorit- és kvarcdiorit porfir intrúzió sor, mely 1000 m mélységig 5 elkülönült benyomulásként húzódik észak-déli irányban [5]. Az intruzívumok egy korábban történt jelentős elmozdulásokról is tanúskodó szerkezeti zónában, a Darnó nagyszerkezeti övben [6] foglaltak teret. A benyomulások radiometrikus adatok szerint [7] 46,7+/-3,8 M év és 27,8+/-1,6 M év, azaz a középső eocén-és felső-oligocén közötti időszakban történtek.

Az előfordulás tömör földtani leírását Baksa és társai [2] munkájában találjuk. A benyomulások befogadó kőzetei a Bükk hegység képződménysorából ismert két szerkezeti egységbe sorolhatók: (1) a bükki para-autochton felső-triász kora mészkő képződmények, (2) a júra időszaki turbiditeket, agyagpalákat, kovapalákat egyesítő Mónosbél egység [8]. A karbonátos és sziliciklasztos üledékes képződmények váltakozásából kialakult összlet az intruzív testek környezetében a benyomulások termális hatására kontakt metamorfózist szenvedett, és szkarn kőzetekké alakult [9].

A korábbi felosztás szerinti kőzettípusokat Csillag [9] ismertette, és bimetaszomatikus, infiltrációs illetve aposzkarn típusokba sorolta. A ma általánosan használt modern szkarn terminológiát [10] alkalmazva ezekre a szkarn kőzetekre:

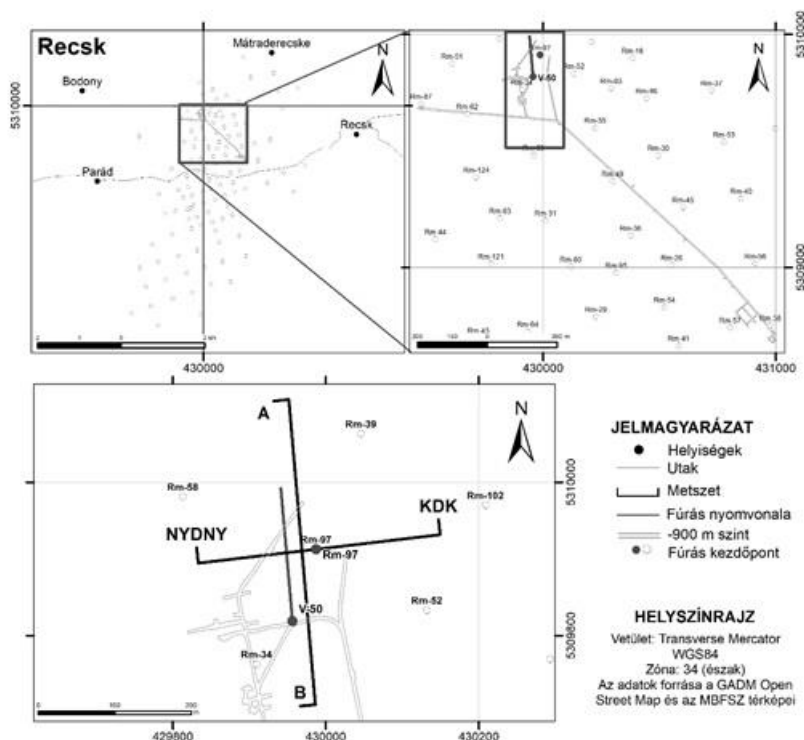
- egy részük un. prográd (a hőfront előrehaladásával a karbonátos üledékes kőzetekből mészsilikát ásványegyüttessé - gránát-piroxén szkarnná - alakult, de később további elváltozást nem szenvedett) változat; ezeket a kőzeteket a cikkben *pro-szkarnoknak* fogjuk nevezni. Ezekben a kőzetekben a Cu-dús szkarnércek a gyakoriak.
- másik részük un. retrográd (a hőfront visszahúzódásával és a hidrotermális oldat cirkuláció belépésével a prograde szkarnokból kialakult alacsonyabb hőmérsékletű serpentin-talk-aktinolit-anhidrit együttesével jellemzett) változat. A szkarnos Zn-Cu szulfid ércesedés döntően ehhez a változathoz kapcsolható, a retrográd átalakulást követően alakult ki. Ezeket a cikk további részében *retro-szkarnnak* fogjuk hívni.

Az értékelt adatok, a vizsgált minták és vizsgálati módszerek

A munka során a következő adatokkal dolgoztunk és az alábbi mintákat vontuk be a vizsgálatba:

- Rm-97 mélyfúrás földtani leírása és elemzési adatai [18];
- V-50 földalatti magfúrás földtani leírása, elemzési adatai és magmintái [19],
- a -900 m szint vágatainak földtani leírása és elemzési adatai.

A három adatsor egy 3D-hez közeli kiterjesztésű földtani, geokémiai értékelést enged meg a -700 és -900 szintek vágatainak, az Rm-97 mélyfúrás nyomvonalának illetve a V-50 fúrás nyomvonalának határai között (1. ábra).



1. ábra A V-50 és az Rm-97 mélyfúrások helyszínrajza

A kutatás során a V-50 tárolt magmintái közül az átmeneti zóna jellemzésére alkalmas 15 db mintán végeztük a további vizsgálatokat (2. táblázat):

2. táblázat: A vizsgált minták listája, helye, kőzetanyaga

sor-szám	Fúrás mélység, kőzet	sor-szám	Fúrás mélység, kőzet	sor-szám	Fúrás mélység, kőzet
1	97,5 pro-szkarn	6	128,3 pro-szkarn	11	138,4 diorit kőzettelér kontaktus
2	98,5 tömeges szulfid	7	130,9 retro-szkarn	12	140,5 tömeges szulfid
3	123,3 tömeges szulfid	8	132,3 retro-szkarn	13	155,4 pro-szkarn
4	123,4 pro-szkarn	9	135,3 pro-szkarn	14	159,7 pro-szkarn
5	127,4 retro-szkarn	10	136,3 tömeges szulfid	15	171,1 kontakt metamorf márvány

A terepi leírás részletes értékelésén és a mintaanyag makroszkópos dokumentálásán túl ráeső fényű mikroszkópos vizsgálat, röntgen diffrakciós ásványtani elemzés, elektron-mikroszondás EDX vizsgálatok, XRF röntgen-fluoreszcens elemzéseket alkalmaztunk (3. táblázat). A vizsgálatok a ME

MFK ÁFI laboratóriumának következő berendezésein történtek és az alábbi jellemzők meghatározására irányultak:

3. táblázat: A mintákon végzett vizsgálatok és alkalmazott műszerek

Vizsgálat fajta	Berendezés	Vizsgálatok célja
minta makroszkópos dokumentálása	SteREO Discovery V20 ZEISS sztereo mikroszkóp	érces alkotók és szilikátos környezete szöveti jellemzése
rászó fényű optika	SteREO Discovery V20 ZEISS microscopy	ércásványok fajtái, viszonya egymáshoz és meddő ásványokhoz
mikroszonda	JEOL JXA-8600 Super-probe	ércásványok szemcsehatárai, kémiai összetétele
XRD diffraktometria	Bruker D8 Advance diffraktométer	minták mennyiségi ásványos összetétele
XRF kémiai elemzés	Rigaku WDXRF	minták fő kémiai összetevőinek aránya
Közetminta CT	YXLON FF35 Micro CT	szilikát és szulfid összetevők 3D szöveti jellemzői

A táblázatban pro-szkarnnak nevezett kőzetek kvarc, gránát (grosszulár, spessartin), piroxén (diopszid) összetételű, eredetileg mészkőként létrejött, termikus átalakulást szenvedett képződmények. A retro-szkarnok a pro-szkarnok át nem alakult maradványából, s az ezekből vízfelvétellel magas hőmérsékleten hidrotermális átalakulás során létrejött ásványegyüttesből (epidot, serpentin-lizardit, anhidrit, talk) állnak. A márvány a mészkő érintkezéstől távoli, de magas hőmérsékleten átkristályosodást szenvedett változata, a makroszkópos leírások alapján wollasztionit csomókkal. Az ásványi együttes részei még a kaolinit (a kontaktushoz közelebbi, pro-szkarn zónában) illetve a szaponit (a kontaktushoz távolabbi, illetve retro-szkarn zónában) agyagásványok.

A változatos ércásvány együttesben az pro-szkarnokban főleg réz-szulfidok, a retro-szkarn zónában réz- és cinkszulfidok, vasoxidok, Fe-Mn karbonátok vesznek részt. A minták XRF elemzése alapján pirit tartalom a 15 mintában 0,3 és 90 % között változott, átlagosan 39 %. A kalkopirit tartalom 0 és 1,5 % közötti tartománnyal átlagosan 0,5 % volt. A szfalerit tartalom 0 és 14 % között, átlagosan 2,1 %. Ezek mellett számos egyéb – néha jelentős mennyiségben lévő vas szulfid és oxid ásvány (pirrhotin, magnetit, hematit, sziderit, ankerit) alkotja a kőzetanyagot.

A recski érces komplexum fő érc típusai

A rézporfíros hidrotermás rendszerek alapjául szolgáló modell [11] valamennyi ismert tagja előfordul a recski területen.

A kutatásokkal feltárt zónában a hidrotermás rendszer centrumát Recsken a diorit-kvarcdiorit intrúziók *rézporfíros ércesedést* tartalmazó kupolazónája adja [3]. Ekörül részint koncentrikusan, részint pedig elszórt szabálytalan testek formájában következnek a szkarnban a hidrotermális érces ásványtársulások változatos, a magmás kontaktushoz közel *Cu, Cu-Fe szkarn*, attól távolabb *Zn, majd Zn-Pb szkarn* ércesedéssel [1]. A karbonátos és törmelékes mellékkőzetekben a felszíntől számított 200-1200 m mélységközben, az intrúziótól távolodva lepelszerű sztratifórm és kürtöseszerű, tektonikusan kontrollált kifejlődésekkel változatos *Pb-Zn-(Cu)-Ag* ásványtársulást tártak fel a kutatások [1, 3, 12]. A távoli üledékes kőzetekben epitermális üledékes környezethez kötött arany indikációkat is találtak [13].

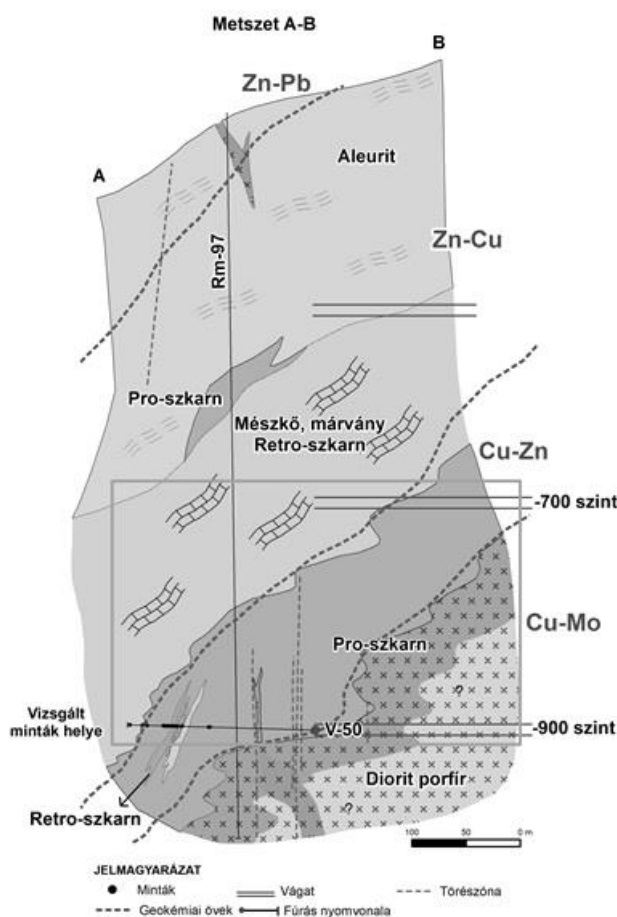
A felszínhez közelebb egyfelől a Lahóca-hegy diatréma breccsájában, másfelől a környező andezites vulkanitokat átszelő törésrendszerben változatos *Cu-Au epitermális ércesedés* ismert [5, 14, 15, 16].

Vizsgálati eredmények

A szkarnos érc típusok intruzív testhez viszonyított helyzete

A szkarnos érc típusok intruzív testhez viszonyított helyzetét a Rm-97 számú felszínről indult magfúrás rétegsorával lehet a legjobban szemléltetni, amely mellett a vizsgált V-50 fúrás elhaladt. (2. ábra). Ennek 922 m mélység alatti szakasza mintegy 270 m vastagságban harántolta a -700 m szint alatti földtani környezetet. Ebben a sorozatelemzések alapján jól elkülönül – a legmélyebb szinttől a felszín felé haladva – elsőként az intruzív kontaktus belső, magmás oldalán – a Cu-Mo dúsulással jellemzett zóna, értelmezésünk szerint a porfíros rézérc. Evvel közvetlenül érintkezik, és főként a pro-szkarn mellékkőzetekre összpontosul a Cu-Zn zóna, amelyben a réz dominanciája mellett állandó a Zn kis mennyiségű jelenléte.

Ez a zóna a kontaktustól mintegy 100 m vertikális vagy horizontális távolságig terjed. Ennek külső részén a retro-szkarn mellékkőzetekkel – s így valószínűleg a pro-szkarnok utólagos hidrotermális átalakulásával – jött létre a Zn- Cu-szkarnos érc zóna, mely a kontaktustól kb. 100 és 300 m közötti térrészben, azaz 200 m vastag “hég” jelleggel veszi körbe a pro-szkarnos képződményeket. A retro-szkarnok az eredeti rétegzettséggel közel párhuzamos sávokban, illetve kőzetminőség változást jelző (karbonátos-sziliciklasztos képződmények közötti) határfelületeken alakultak ki. A legkülső öv (melyet a vizsgált V-50 fúrás már nem érint) a karbonátos- metasomatikus Pb-Zn ércesedések zónája. Az öves elrendeződést a 2. ábrán az Rm-97 és V-50 fúrások adatainak összekapcsolása segítségével ábrázoltuk. A szaggatott vonalú körrel határolt területen belülre esnek a vizsgált mintáink helyei.

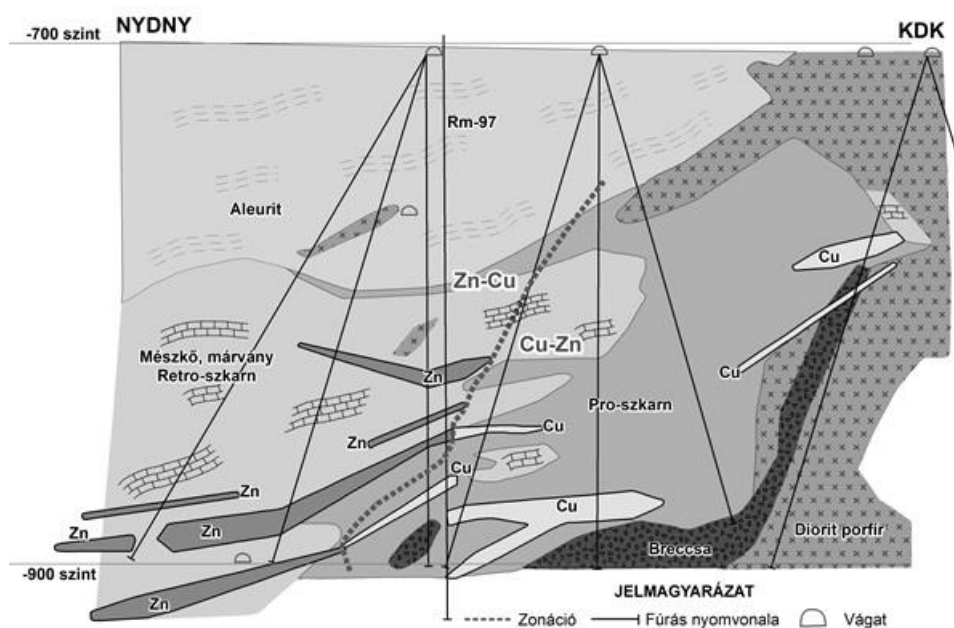


2. ábra: Az Rm-97 mélyfúrás és a V-50 földalatti mélyfúrás helye és földtani helyzete

A cink-réz szkarnok térbeli helyzete

A cink-réz szkarn a szkarnos zóna külső részén, a rezes szkarnércel átmenetet alkotva jelenik meg. Az ún. polimetallikus (értsd Pb-Zn-Cu) ércvázlatok között az egyik különleges típust alkotják. Tömeges, nagy koncentrációjú ércestekként fejlődtek ki, mely még nem szerepelt elkülönítve a korábbi értékelésekben [17], mert a kutatás késői szakaszában, a külszíni sűrítő mélyfúrásokban (pl Rm-97) és a földalatti fúrások kutatások és vágathajtások során ismerték fel. Első felderítő információk a földalatti kutató mélyfúrásokból születtek, majd az ún. É-2 terület északi szárny vágataiban is harántolták az ércesedést.

A cink-réz ércesedés a rézérces szkarn intruziótól távoli külső szárnyán alakult ki, a Cu/Zn szkarnok határa közelítőleg párhuzamosan fut az intruzió és befogadó szkarnos kőzetek határával, a kontaktustól 100-120 m távolságban. A cink szkarnok ilyen helyzetéről ad képet a 3. ábrán látható mellékelt egyszerűsített földtani szelvény [4]:



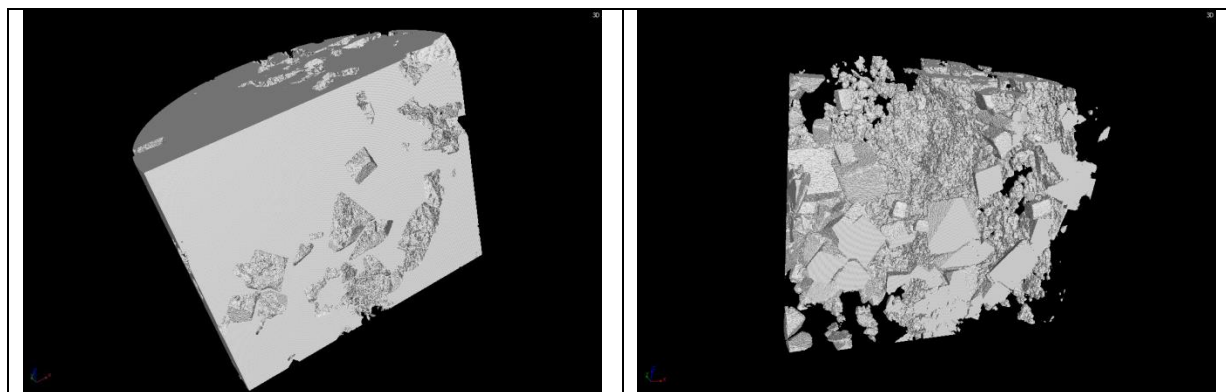
3. ábra: NYDNY-KÉK irányú földtani szelvény a -700 és -900 szintek között a Cu-Zn és a Zn-Cu ércestek feltüntetésével ($>0,8\%$ Cu, $>1,0\%$ Zn).[4].

Szulfid - szilikát ásványok aránya a szkarnércekben

A mennyiségi arányok becslése a tömeges szulfid érces esetében különösen nehézkes, a mintaanyag belsejében lévő szemcseeloszlás esetleges nagy változékonysága, szerkezeti, szemcsehatár menti lehatárolások bizonytalansága miatt. Ennek megoldására kísérletileg röntgen tomográfiai vizsgálatot végeztünk két mintán (7. és 8. minta, 4. ábra). A röntgen tomográfiával különböző sűrűségi csoportba tartozó ásványegyütteseket különíthetünk el. A kapott mennyiségi arányokat egybevetettük ugyanezen minták röntgen diffrakciós vizsgálatának, illetve a kémiai elemzés kéntartalmából számított pirít mennyiségi arányokkal. Az eredményeket a 4. táblázat mutatja be:

4. táblázat: Röntgen-tomográfiával mért szulfid-szilikát tömegarányok két mintában

Minta szám	CT tomográfia szulfid tömeg %	XRD diffraktometria, pirit tömeg %	XRF kémiai elemzés S tartalomból számított pirit tömeg %
7	25	29,5	39,5
8	41	44,6	53,5

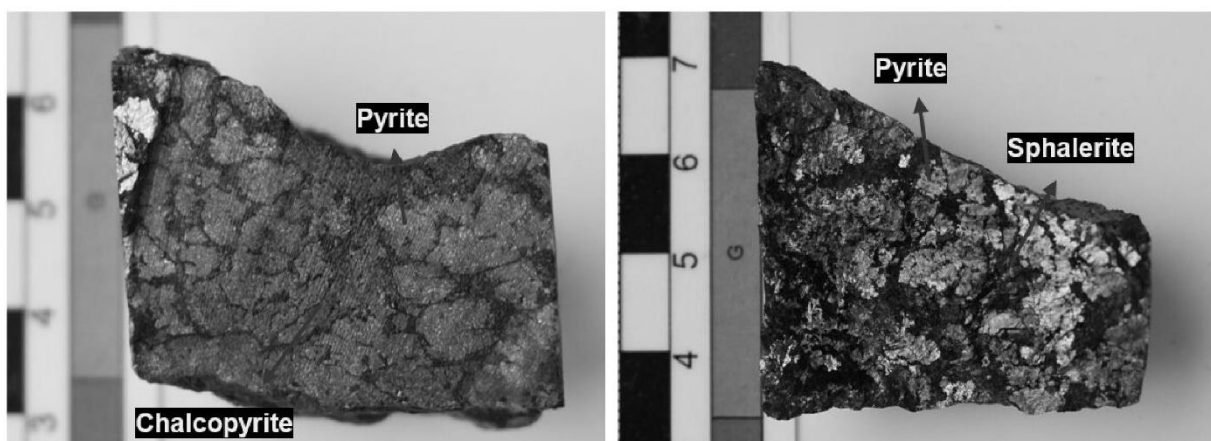


4 ábra:

A két kép a gyémántfelezett 7. sz minta (V-50 130,9 m) külső felületéről és belső szerkezetéről készült CT komputer-tomográf felvétel. A baloldali kép a kisebb sűrűségű szilikát ásványok szövetét mutatja be, amelyek tömeges formában elfedik a szulfid ásványcsoportokat. A jobboldali képen a kisebb sűrűségű szilikát ásványok láthatatlanná tételével, azaz csak a meddő mátrixban kifejlődött szulfid ásványok morfológiáját mutató kép láthat, döntően sajátalakú nagyméretű pirit kristályokkal.

Ércásvány együttesek

A tömeges szulfidérccek fő ércalkotó ásványa a pirit, helyenként pirrhotin. A hidrotermálisan átalakult szkarn zónájában a vas-szulfid ásványok magnetitté, a magnetit később részlegesen hematittá alakult. A fő réz-hordozó ásvány a kalkopirit. Az önálló kalkopirit szemcsékben a szételegyedési szfalerit csomók gyakoriak. A cink hordozó ásványa a szfalerit, ebben a kalkopirit szételegyedési szerkezetek figyelhetők meg (5. és 6. ábra). A peremi zónában megjelenik a karbonát helyettesítéssel létrejött metasomatikus eredetű sziderit, ankerit.

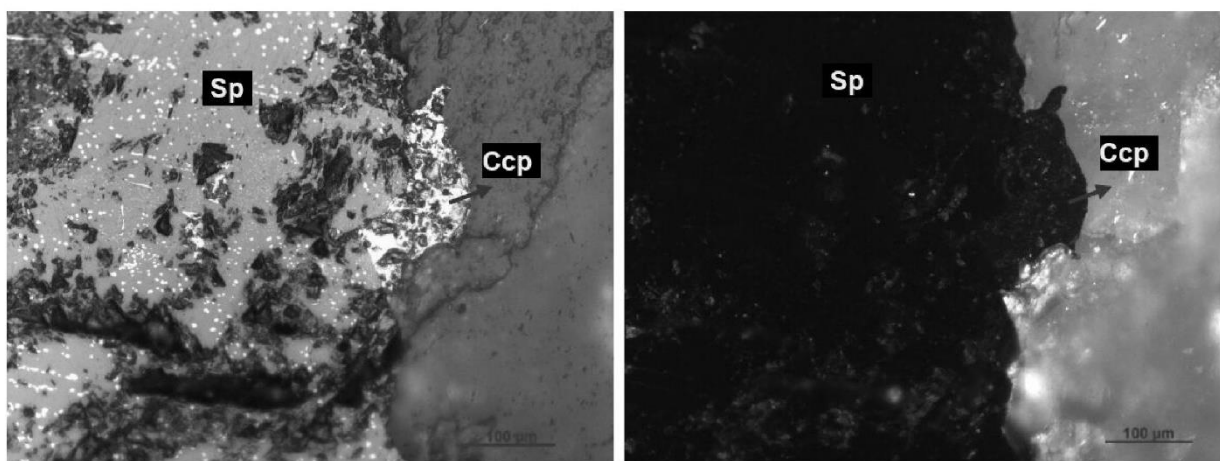


5. ábra:

Baloldali képen a rézdús szkarnérc változat (V-50, 136,3m, 0,57 % Cu, 0,07 % Zn), a jobboldali képen a cinkdús szkarnérc változat (V-50, 123,3m, 0,17 %Cu, 1,5 %Zn) magmintáinak makroszkópos fotója látható.

Nyomásványok és nyomelemek

A szkarnos övi piritben és pirrhotinban jellemző a magas Co tartalom. Ezt a mikroszkopos vizsgálatok CoAsS összetételű ásványfázisként, zárványok formájában azonosítottak. A hidrotermálisan átalakult szkarnokban gyakran felismerhetők a mikroszkopos preparátumokban a néhány mikronos méretű léces, foltos Bi-Te-S, Pb-Se, Bi-Se, Bi-Te-Se-Ag különböző arányú összetételű képviselő szulfosó nyomásványok önállóan, vagy a piritben zárvány formájában. Ezek a szöveti bélyegek szerint az alacsony hőmérsékletű ércesedési szakaszban, késői felülbélyegzésként kerültek a szkarnos ércekbe.



6. ábra

Kalkopirit - szfalerit szételegyedési szerkezet, kvarc meddőásvány kísérettel – áteső fényes mikroszkópi felvétel, a szfaleritben gyakori elszórt szételegyedésként kalkopirit orsók alakultak ki. Baloldali kép // nikol, jobboldali kép + nikol. V-50, 132,30 m minta

Az Zn-Cu átmeneti szkarnérc zóna geokémiai viszonyai

A fő érchordozó elemek, Cu, Fe és Zn kapcsolatát a V-50 jelű vízszintes magfúrás kémiai elemzése alapján követhetjük nyomon. A földalatti vízszintes mélyfúrás észak felé haladt, az intruzió-szkarn határtól távolodva. A 10 méterenként összevont képződménycsoportokból felépített rétegsort a szintén 10 m-es összevont Cu- és Zn- dúsulási értékekkel az látható, hogy a Cu-Zn dúsulások (azaz cinktartalmú szkarnos rézércek) a pro-szkarn környezet részei, míg a Zn-Cu (azaz réztartalmú szkarnos cinkércek) dúsulásra megjelölhető szakaszok a kontaktustól távolabbi zónában, részben a retro-szkarn környezetében, részben a távoli pro-szkarn szakasz határzónáiban jelentkeznek. A Zn mellett ólom kissé dúsult mennyiségben csak a mészkő/márvány zóna határán vett mintában jelentkezett. BiTe rövidítéssel jeleztük azokat a szakaszokat, ahol a mintáinkban Bi-Te-Pb-Se-Ag-S elemegyüttest tartalmazó nyomásványok nagyobb gyakorisággal fordultak elő (4. táblázat).

5. táblázat: A V-50 fúrás 60-173 m közötti szakaszának vázlatos rétegsora.

V-50 mélység	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Kőzetek												
Cu>0,4%												
Zn>0,4%							x		x			
	pro-szkarn			retro-szkarn			márvány	x	Bi-Te-Se-Ag			

Cink szkarnok összehasonlítása egyéb Zn, Zn-Pb érc típusokkal

A recski területen a cink kiemelkedő koncentrációkat mutató dúsulásai az intruziótól való távolság sorrendjében (a) Zn-Cu és szkarnokban, (b) a karbonát helyettesítéses Zn-Pb érc típusban és (c) az epitermás polimetallikus ércesedésben jelentkeznek. A három érc típus merőben eltérő jellemvonásokkal írható le, mind az érc keletkezése szempontjából, mind az ásványtársulás és ezáltal az érc felhasználhatósága szempontjából.

A szkarn öv külső peremein, a szkarnosodástól már nem érintett karbonátos üledékes környezetben leggyakrabban karbonát-helyettesítéses (CR) Pb-Zn-(Cu)-Ag érc testek alakultak ki. Míg a szkarn ásványtársulást a metasztatikus folyamatok és közvetlen hőfluxus hozta létre, addig a CR ércesedés esetében az átalakulás fluidum mozgással jellemzett hidrotermás folyamatok által vezérelt volt. Ilyen módon eltérő az érces testek morfológiája, kiterjedése, ásványtana megjelenése is: teléres, eres, réteggövető morfológiájú. A zóna horizontális kiterjedése is jelentősebb a szkarnoknál, hiszen az intruziótól számított ~2 km távolságban is harántolt fúrás ilyen érc típust (Rm-133). A réteggövető kifejlődésekre a pirit, az eres kifejlődésekben a szfalerit-pirit ércásványok dominálnak. Ezek mellett megjelenik továbbá galenit, kalkopirit, fakóércek, változatos szulfosók, valamint hessit [12]. Külön csoportot képviselnek a rendszer felső szintjén, az epitermás IS/LS (intermedier szulfidos és szegény szulfidos) ércesedésekhez kapcsolt – parádfürdői ércesedésként ismert - Pb-Zn teléres szulfid dúsulások.

A cink szkarnokat a többi polimetallikus érc típusal összehasonlítva a fő tulajdonságokat a 6. táblázatban összegeztük.

6. táblázat: Recskén előforduló cinkérc fajták földtani jellegeinek összehasonlítása

Érc típus	Zn szkarn	Karbonát-helyettesítéses Zn és Pb-Zn-(Cu)-Ag [12]	Epitermás IS/LS [14]
Földtani helyzete	intrúzióhoz közel, fészek/csomószerű kiterjedése 50-200 m	100-2000 m, lepelszerű, teléres, eres az intrúziótól távolabb	1-3 km széles, felszínen megfigyelhető átalakulási zóna, benne telérek, breccsák
Szerkezeti irányítottság	nincs	rétegtani és tektonikai egyaránt (főleg nagyszerkezeti)	nagytektonikai, ritkábban a vulkáni felépítmény kisszerkezetei általi
Keletkezési folyamat	metaszomatikus-hidrotermás	magas hőmérsékletű (200-400°C) hidrotermás	hidrotermás, jellemző fázisszeparációval - felforrási zónák
Meddő kísérő ásványok	gránát, hedenbergit, szerpentin, kalcit, epidot, zoisit, anhidrit, kvarc	kalcit, dolomit, kvarc, anhidrit, illit, klorit, epidot	kvarc, karbonátok, illit, szericit, adular
Fő ércásványok	szfalerit, pirit, kalkopirit, pirrhotin	pirit, szfalerit, galenit, fakóérc, kalkopirit, szulfosók	pirit, kalkopirit, szfalerit, galenit, fakóérc, terméсарany, telluridok, etc.
Ércásványok megjelenése	Tömeges szemcsés, hintett szemcsés, fészkes-peccés	breccsás, ritkán tömeges, erekben hintett, szalagos	szalagos-teléres, eres, breccsás, hintett,
Ásványtani ujjlenyomat	gránát, piroxén, szerpentin, talk, magnetit	dolomit-kvarc-anhidrit, fakóérc	arzenopirit, Au,Ag,Bi,Te
Ércetek formái	tömzsök, leplek, ércesedett csomók	telérek, hosszan követhető sztratiform leplek	telérek, erek, breccsás teleptelérek
Ércetek mérete	pár 10 m	max. néhány m	1-2 m vastag telérek

Következtetések

- A cink (-réz) szkarnérc a mészkő/márvány zónában, illetve az ezekhez és a pro-szkarnokhoz kapcsolódó retro-szkarnokban jelennek meg, átmeneti zónát alkotnak az intrúzió közeli pro-szkarnokban kifejlődött rézdús szkarnérc és az intrúziótól távoli, nem-szkarn környezetben kialakult CR hidrotermális metaszomatikus Pb-Zn ércelemek között.
- Az átmeneti zóna határa közelítőleg követi a fő intruzív test függőlegeshez közeli szabálytalan határfelületét, s attól mintegy 100m távolságban, a szkarnos rézércből kifejlődő átmenettel kezdődik, mintegy 100 -120 m szélességben. A zónán belül az ércdúsulások az eredeti üledékes kőzet rétegzettségét követő, megnyúlt táblás tömeges szulfidot (főleg pirit és szfalerit, kevesebb kalkopirit) tartalmazó ércetekként jeleníthetők meg.
- Képződése a szkarnok alacsonyabb hőmérsékletű, már hidrotermális elváltozásáért felelős folyamatokhoz kapcsolható, s valószínűleg későbbiek, mint a pro-szkarnokban megjelenő rézdús szkarnérc.
- Gyakoriak a kis, max. 10 mikron körüli szemcseméretben megjelenő Bi-Te-Se-Ag-Pb-S elemeket különféle kapcsolódásban hordozó szulfosók. Ezek irodalmi adatok szerint elsőrendű jelzői a nemesfém-szkarnoknak [10]. Mivel nemesfém elemzések a vizsgált mintákban nem történtek, ezek ismételt mintavételét és elemzését javasoljuk.

Köszönetnyilvánítás

A mintákat Szebényi Géza gyűjtötte, és dokumentálta a földalatti kutatások során. A különféle ásványtani vizsgálatok elvégzésében a Miskolci Egyetem MF Kar oktatói és kutatói nyújtottak igen értékes segítséget: Kristály Ferenc (Röntgen diffraktometria), Móricz Ferenc (XRF – kémiai analízis), Leskó Máté (CT röntgen-tomográfia), Papp Richárd Zoltán (EMPA mikroszkópia).

A tanulmányban ismertetett kutató munka Lidbert Alarcón Laime esetében az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- [1] Cseh Németh, J., 1975: A recski mélyszerkezeti színesfémérc előfordulás és annak teleptani ércföldtani képe. Földtani Közlöny, 105, 692–708.
- [2] Baksa, Cs., Cseh-Németh, J., Csillag, J., Földessy, J., & Zelenka, T. 1980: The Recsk porphyry and skarn copper deposit, Hungary. European Copper Deposits, Belgrade, 73–77.
- [3] Baksa, Cs., 1984: A recski ércesedés genetikai vizsgálata. Földtani Közlöny, 114, 335–348.
- [4] Gagy-Pálffy A., ifj. (szerk). 1991: Technical project document. Recsk Mining Project. REV-DCI. Unpublished company report.
- [5] Földessy, J., 1997: A recski Lahóca aranyérc előfordulás. Földtani Kutatás, 34, 12–15.
- [6] Zelenka, T. (1975): A recski színesfémérc előfordulás szerkezeti-magmáföldtani helyzete (Structural and geological position of the Recsk polymetallic ores, in Hungarian). Földtani Közlöny, 105, 582-597
- [7] Földessy, J., és Hartai, É. 2008: Geology of the Paleogene Ore Complex, Publications of the University of Miskolc. Publications of the University of Miskolc Series A, Mining, 73, 1–227.
- [8] Kovács, S. et al. (2008) 'Permo-Mesozoic Formations of the of the pre-Tertiary basement of the stratigraphy and structure Recsk-Darnó hill area: Paleogene Recsk orefield', Publications of the University of Miskolc Series A, Mining, pp. 33–56
- [9] Csillag, J.; 1975: A recski terület magmás hatásra átalakult képződményei, Földtani Közlöny, v. 105, pp. 646-671
- [10] Meinert, L. D. 1992: Skarns and Skarn Deposits, Geoscience Canada, 19. doi: 10.12789/gs.v19i4.3773.
- [11] Sillitoe, R., 2010: Porphyry copper systems, Economic Geology, v. 105, pp. 3-41
- [12] Biró, M., 2019: Hidrotermás ércszöveti megfigyelések a Recsk mélyszerkezeti karbonátos mellékkőzet Pb-Zn ércesedésében, Szakdolgozat, ELTE TTK Ásványtani Tanszék
- [13] Korpás, L.; Hofstra A.H.; 1999: Potential for Carlin-type gold deposit in Hungary, Geologic Hungarica, Tomus 24, pp. 133-135
- [14] Fehérvári, Z.; 2011: Porfíros intrúzió ércföldtani sajátosságai a parádi alacsony szulfidációs fokú epitermás zónák alatt, Szakdolgozat, ELTE TTK Ásványtani Tanszék
- [15] Fekete, Sz.; 2012: A Recski Magmás Érckomplexum fehérkői epitermás zónájának vizsgálata, Szakdolgozat – ELTE TTK Ásványtani Tanszék
- [16] Takács, Á.; Molnár, F.; Turi, J.; Mogessie, A.; Menzies, J.C.; 2017: Ore mineralogy and fluid inclusion constrains on the temporal and spatial evolution of a high sulfidation epithermal Cu-Au-Ag deposit in the Recsk Ore Complex, Hungary, Economic Geology, v. 112, pp. 1461-1481
- [17] Csongrádi J., 1975: A recski mélyszerkezeti színesfémércesedés jellemzése ércmikroszkópi vizsgálatok alapján. Földtani Közlöny, 105, 672–691.
- [18] Markó, B., Szabó, M., Földessy, J., Sík, P., Baksa, C., és Asbóth, Z. 1975: Az Rm-97 sz mélyfúrás földtani értékelő jelentése. Recsk. Kézirat
- [19] Szebényi, G., 1997: V-50 számú vágatelőfúrás, földtani alapidokumentáció. Recsk. Kézirat.

Zinc skarn ores – poorly known neighbours of copper skarn in the Recsk Deeps

In the Recsk Deeps the porphyry copper ore zone is surrounded by copper-skarns and adjacent Zn-Cu skarn ores. Their geology, geochemistry, mineralogy was studied in order to define the boundary between Cu and Zn ores more precisely. In the study re-processing of archive data and investigations of core samples from the archived V-50 underground diamond drillhole were used. It was concluded that the Zn-Cu skarn ores form a transitional 100 m wide zone with boundary running subparallel with the intrusive contact. The host rock is limestone/marble, altered partially to retrograde skarn.